

Radon: Origen y presencia en España

**JORNADA SOBRE EL PLAN NACIONAL
CONTRA EL RADON**

10 abril 2024

Luis Santiago Quindos Poncela
Catedrático de la Universidad de Cantabria

GRUPO RADON

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Grupo Radon

47 AÑOS CON LA RADIACION NATURAL

.- 16000 MEDIDAS DE RADON: VIVIENDAS Y PUESTOS DE TRABAJO

.-15000 ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

.- 13000 MEDIDAS DE RADIACION GAMMA EXTERNA

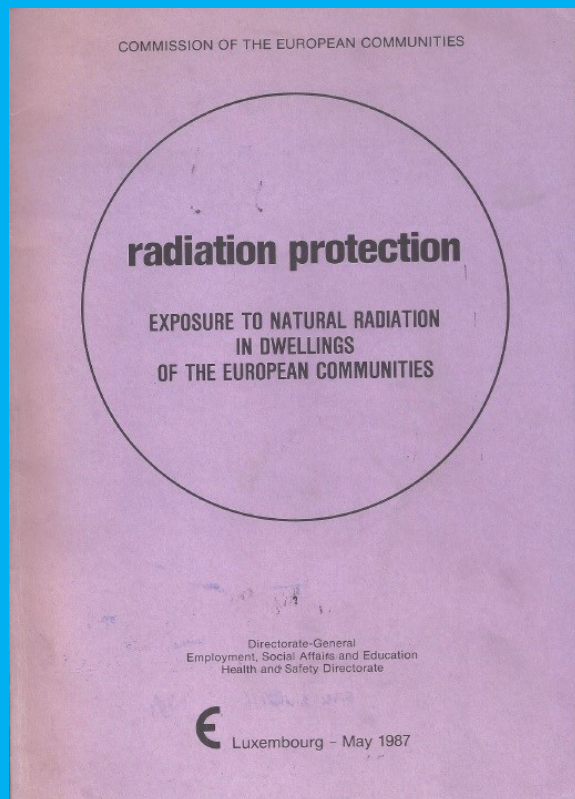


**2 CATEDRATICOS
2 AYUDANTE DOCTOR
7 CONTRATADOS DE INVESTIGACION**





TRACE Radon



1989

MetroRADON- TRACE Radon
Metrology for Radon Monitoring
An European research project
2021-2024

LeaRn4LIFE
Coordinator: **APA, Portugal**
2022-2025



.- ENSAYO UTILIZANDO
DETECTORES DE TRAZAS

.- CALIBRACION DE
MONITORES DE RADON Y
DETECTORES

Monitores de Radón en Continuo Detectores de trazas

Calibración – Verificación Factores de calibración



Ilustración 10. Laboratorio de Radiación Natural (LRN).



VAMOS CON EL TEMA DE HOY.....

NOBLE GAS

RADIOACTIVE: 47 %

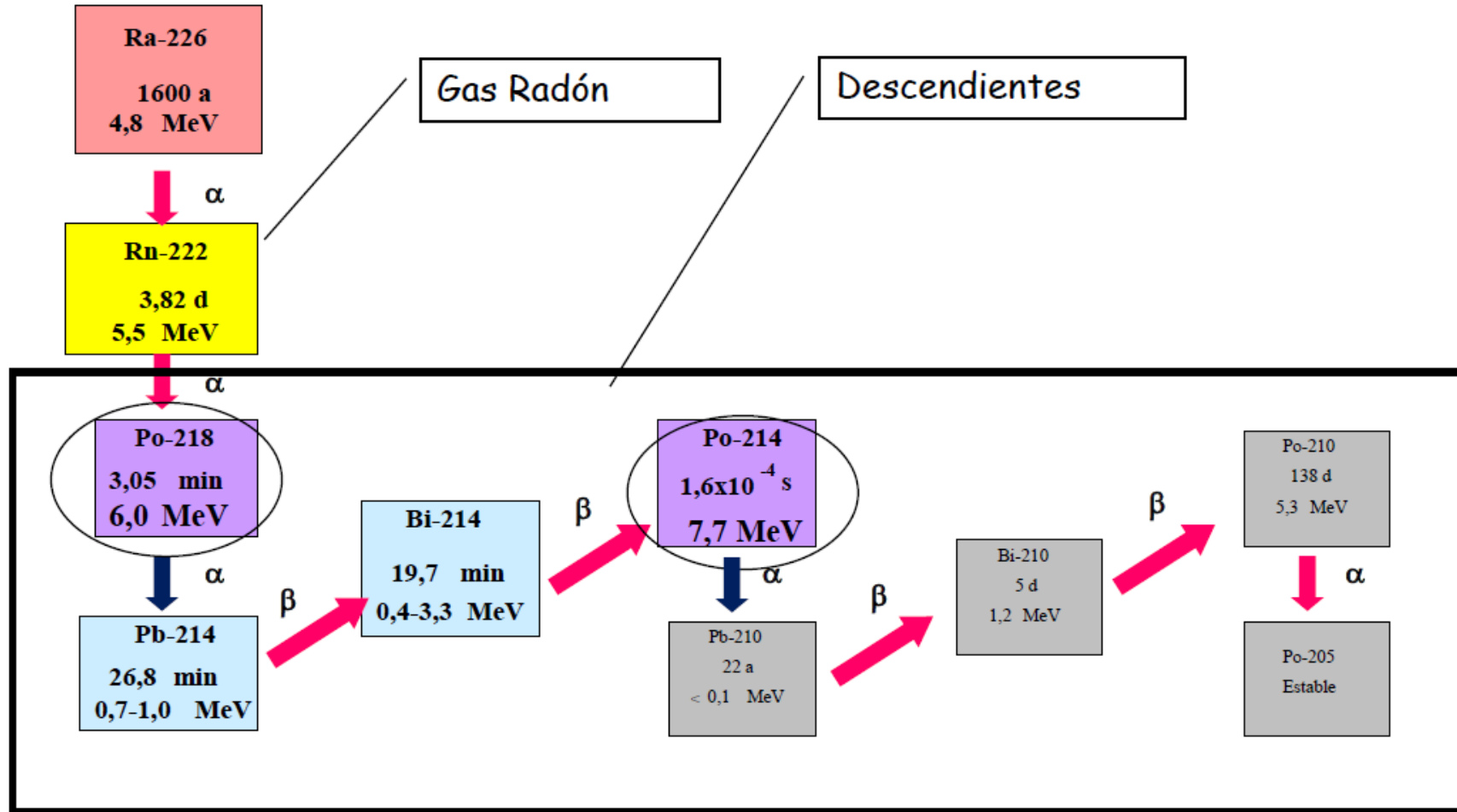
<p>Rn</p> <p>F.E. Dorn, 1900</p> <p><i>California Geological Survey Mineral Resources and Mineral Hazards Mapping Program</i></p> <p>(Xe) $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$</p> <p>Radon</p>	<p>86 (222)</p> <p>Density 9.73 g/L</p> <p>Boiling point -62°C</p> <p>Melting point -71°C</p>
--	---

LY

Origin of radon



CADENA DE DESINTEGRACIÓN U-238



Descendientes del radón

Tamaño (nm)



0.5 - 1

10 - 1000



Vargas 2004
Porstendorfer 1994

Radon y descendientes

Región ExtraTorácica:

ET1: nariz y pasajes nasales anteriores

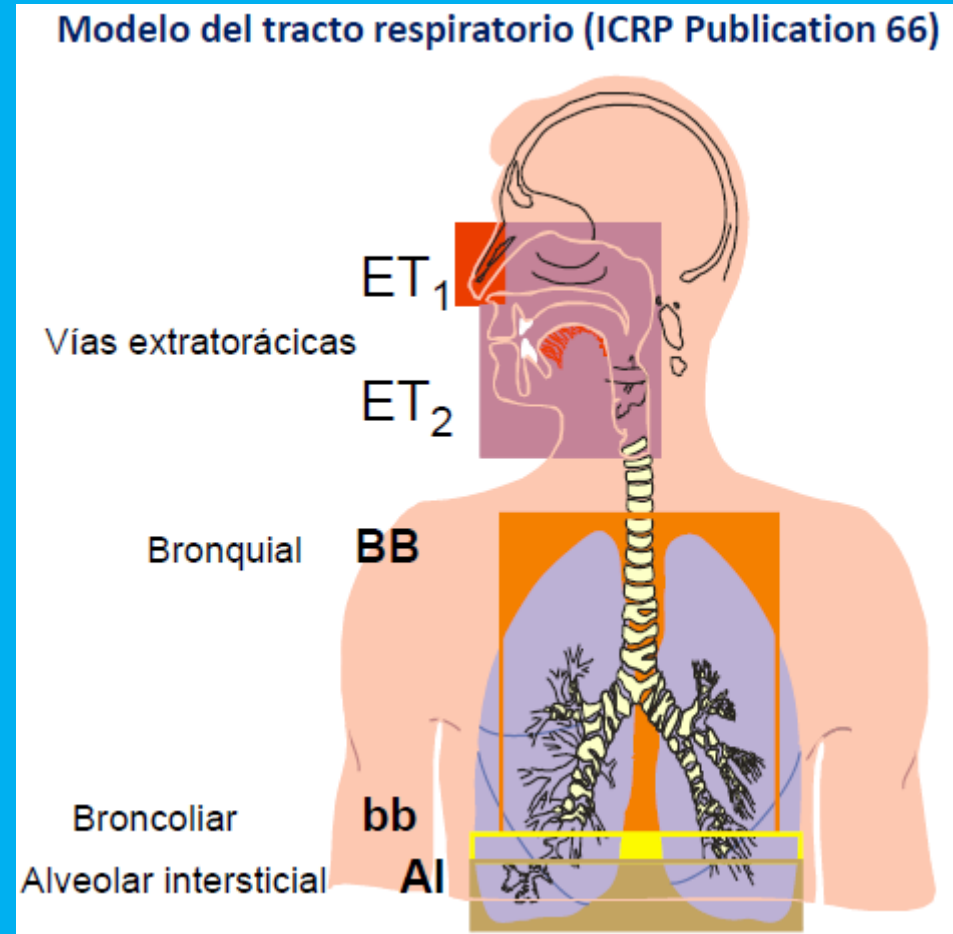
ET2: pasajes nasales posteriores, faringe y laringe.

Región Torácica

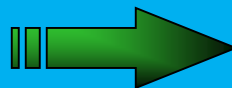
BB: tráquea, bronquios principales (primera bifurcación de las vías respiratorias, o generación 1ª del árbol pulmonar) y bronquios (hasta la generación 8ª del árbol pulmonar).

bb: bronquiolos (aprox. de la generación 9ª a la 15ª del árbol pulmonar).

AI: alvéolos (de la generación 16ª hasta la última, que suele ser la 18-20ª generación del árbol pulmonar).



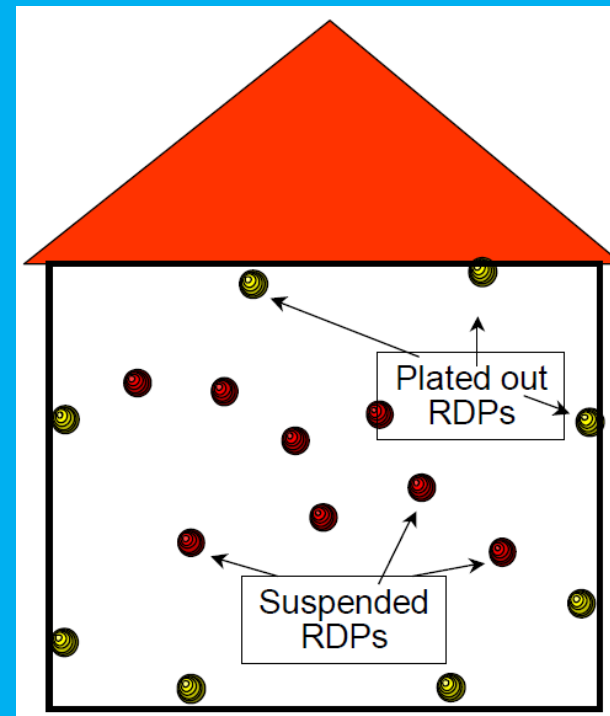
Factor de equilibrio



Relación entre concentración equivalente en equilibrio y concentración real de gas radón

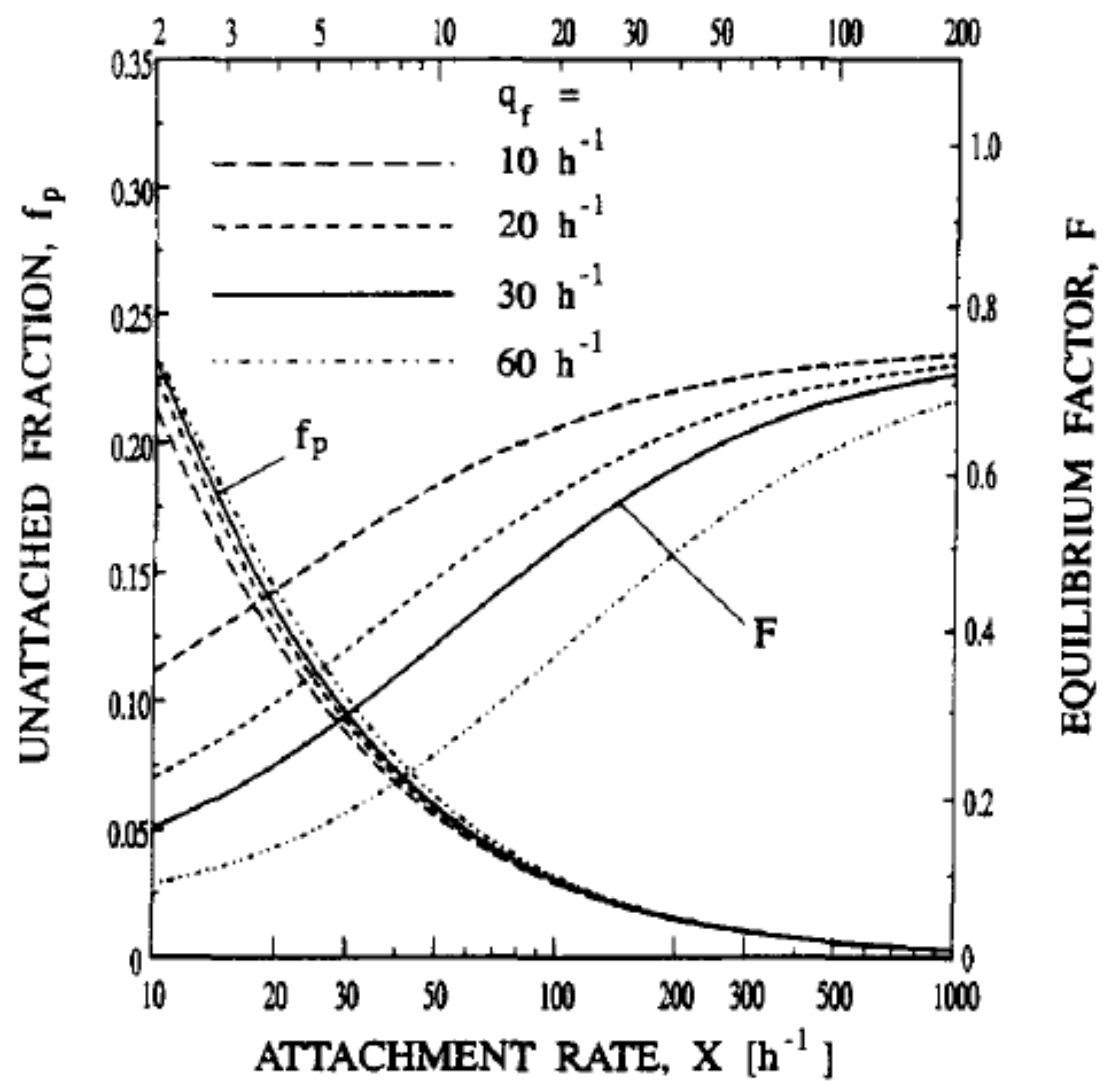
$$F = \frac{C_{eq}}{C}$$

Fracción entre los descendientes realmente presentes en el aire, y todos los formados



VALORES TÍPICOS:
F = 0,4 INTERIORES
ICRP, 2017

AEROSOL CONCENTRATION, Z [$\times 10^3 \text{ cm}^{-3}$]



THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

From the COVID-19 pandemic to the U.S. West Coast wildfires, some of the biggest threats now are also the most microscopic.

A particle needs to be 10 microns (μm) or less before it can be inhaled into your respiratory tract. But just how small are these specks?

Here's a look at the relative sizes of some familiar particles >

HUMAN HAIR 50-180 μm >
FOR SCALE

FINE BEACH SAND 90 μm >

GRAIN OF SALT 60 μm >

WHITE BLOOD CELL 25 μm >

GRAIN OF POLLEN 15 μm >

DUST PARTICLE (PM₁₀) <10 μm >

RED BLOOD CELL 7-8 μm >

RESPIRATORY DROPLETS 5-10 μm >

DUST PARTICLE (PM_{2.5}) 2.5 μm >

BACTERIUM 1-3 μm >

WILDFIRE SMOKE 0.4-0.7 μm >

CORONAVIRUS 0.1-0.5 μm >

T4 BACTERIOPHAGE 0.225 μm >

ZIKA VIRUS 0.045 μm >



Pollen can trigger allergic reactions and hay fever—which 1 in 5 Americans experience every year.

Source: Harvard Health

The visibility limits for what the naked eye can see hovers around 10-40 μm .



Respiratory droplets have the potential to carry smaller particles within them, such as dust or coronavirus.



Wildfire smoke can persist in the air for several days, and even months.

Estudios Epidemiológicos Vs Modelos dosimétricos



Estudios
Epidemiológicos

Modelos
Dosimétricos

DCF (Público) 4 mSv/WLM
DCF (Trabajadores) 5 mSv/WLM

DCF (Público) 12 mSv/WLM
DCF (Trabajadores) 15 mSv/WLM

(ICRP 65, 1993)

FACTOR 3

Cambio en los factores de la ICRP

Pulmon: 0,12 a 0,04
Partículas alfa: 20 a 4

Cambios significativos en la dosimetría de otros núcleos radiactivos

- RECIENTE APROBACION DE LOS NUEVOS FACTORES DE CONVERSION A DOSIS POR PARTE DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

- ICRP 137 CON COMENTARIOS

Cálculo dosimétrico

$$E(\text{mSv}) = \frac{C (\text{Bq/m}^3) \cdot F \cdot t(\text{h})}{170 \cdot 3700} \cdot DCF (\text{mSv/WLM})$$

Lugar de trabajo: Recinto estándar, sin actividad física

CRn media anual=300 Bq/m³

t = 2000 horas al año

$$E(\text{mSv}) = \frac{300 \text{ Bq/m}^3 \cdot 0,4 \cdot 2000 \text{ h}}{170 \cdot 3700} \cdot 10 \text{ mSv/WLM} \approx 4 \text{ mSv}$$

Vivienda

CRn media anual=300 Bq/m³

t = 7000 horas al año

$$E(\text{mSv}) = \frac{300 \text{ Bq/m}^3 \cdot 0,4 \cdot 7000 \text{ h}}{170 \cdot 3700} \cdot 10 \text{ mSv/WLM} \approx 14 \text{ mSv}$$

HABLEMOS DE DOSIS.....

TOTAL ANUAL : 2.8 mSv

**TRABAJADOR
PROFESIONALMENTE EXPUESTO:
20 mSv**

RADIOGRAFIA DE TORAX: 0.05 mSv

SCANNER, PROMEDIO: 10 mSv

ICRP 65 (1993): 5 mSv / WLM

ICRP 115 (2010) : 12 mSv / WLM

ICRP 137 (2017) : 10 mSv / WLM y 20 mSv /
WLM

WLM aparece mas adelante en un ejemplo
como EEQ



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

- 17709** *Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.*

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

- 1238** *Instrucción IS-33, de 21 de diciembre de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural.*

MINISTERIO DE FOMENTO

- 18528** *Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.*

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTES Y MEMORIA DEMOCRÁTICA

- 21682** *Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.*

TÍTULO VII del R.D. 783/2001 de 6 de julio por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

<p style="text-align: center;">TÍTULO VII Fuentes naturales de radiación</p> <p style="text-align: center;">CAPÍTULO ÚNICO</p> <p style="text-align: center;">Incremento significativo de la exposición de los trabajadores y miembros del público a fuentes naturales de radiación</p> <p>Artículo 62. Aplicación.</p> <p>1. La autoridad competente, con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear, requerirá a los titulares de las actividades laborales, no reguladas en el apartado 1 del artículo 2, en las que existan fuentes naturales de radiación, que realicen los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y miembros del público que no pueda considerarse</p>	<p style="text-align: right;">BOE núm. 178</p> <p style="text-align: right;">Jueves 26 julio 2001</p> <p>preciable desde el punto de vista de la protección radiológica.</p> <p>Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas.b) Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público.c) Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los miembros del público y, en su caso, de los trabajadores.d) Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves. <p>2. Los estudios a los que se refiere el apartado 1 se realizarán siguiendo las instrucciones dadas por la autoridad competente, las cuales estarán sujetas a las orientaciones que el Consejo de Seguridad Nuclear establezca al efecto.</p>	<p style="text-align: right;">Régimen</p> <p>Artículo 63</p> <p>1. Toda actividad que se menciona en el presente artículo por el Consejo de Seguridad Nuclear, de vista de las condiciones de sus actuales</p> <p>2. Se aplicará el Reglamento de Seguridad Nuclear, en sus disposiciones de carácter general, a las actividades mencionadas en el presente artículo, en su caso.</p> <p>3. El presente artículo no será de aplicación a las actividades mencionadas en el presente artículo, en su caso.</p> <p>4. Las sanciones de carácter penal, en su caso, serán de aplicación a las actividades mencionadas en el presente artículo, en su caso.</p> <p>Artículo 64</p>
--	---	---

Documento Básico

HS

Salubridad

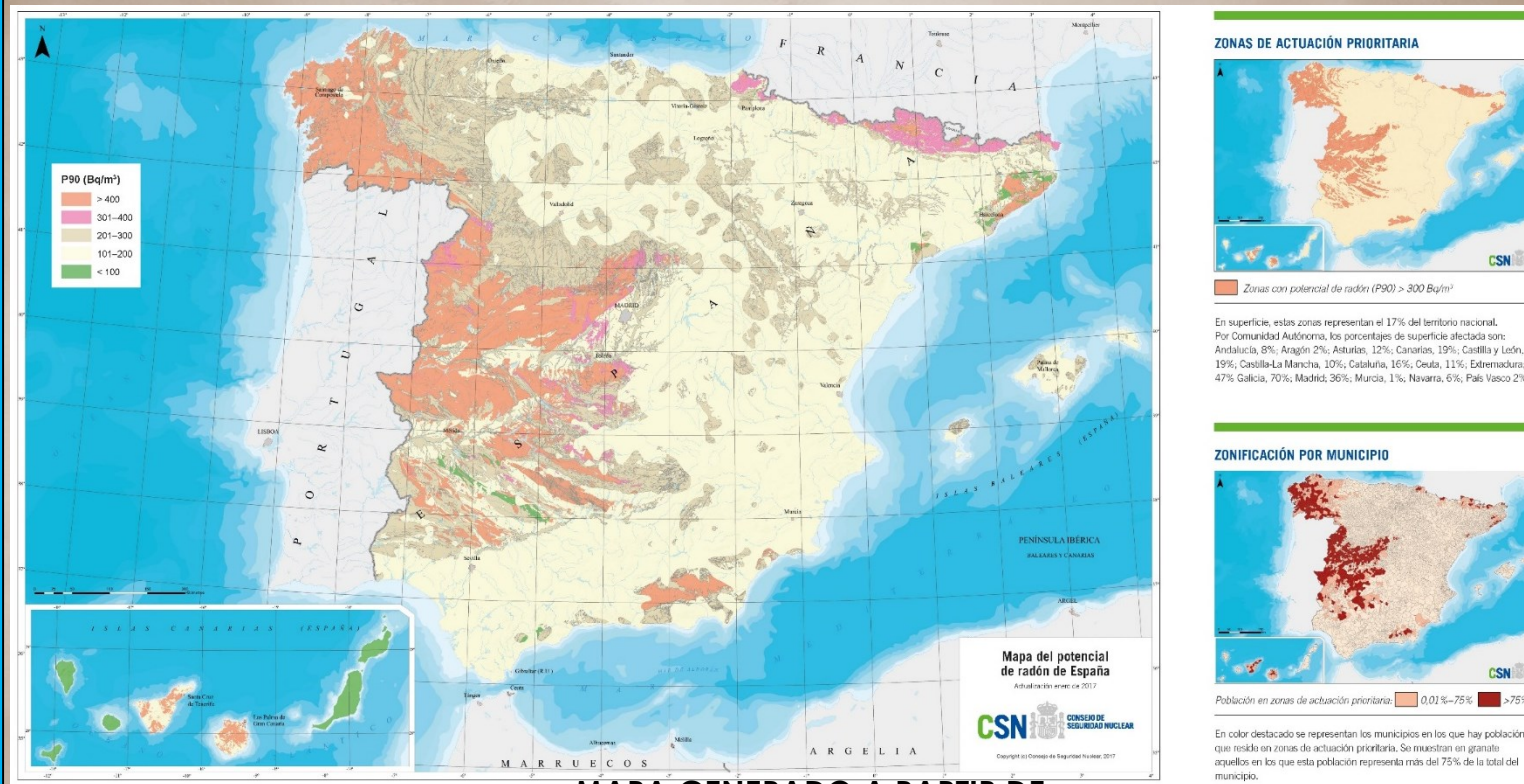
Con comentarios del MITMA

- HS 1 Protección frente a la humedad
- HS 2 Recogida y evacuación de residuos
- HS 3 Calidad del aire interior
- HS 4 Suministro de agua
- HS 5 Evacuación de aguas
- HS 6 Protección frente a la exposición al radón

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windo

MAPAS DE RADON.....

Cartografía del Potencial de Radón de España (CSN)



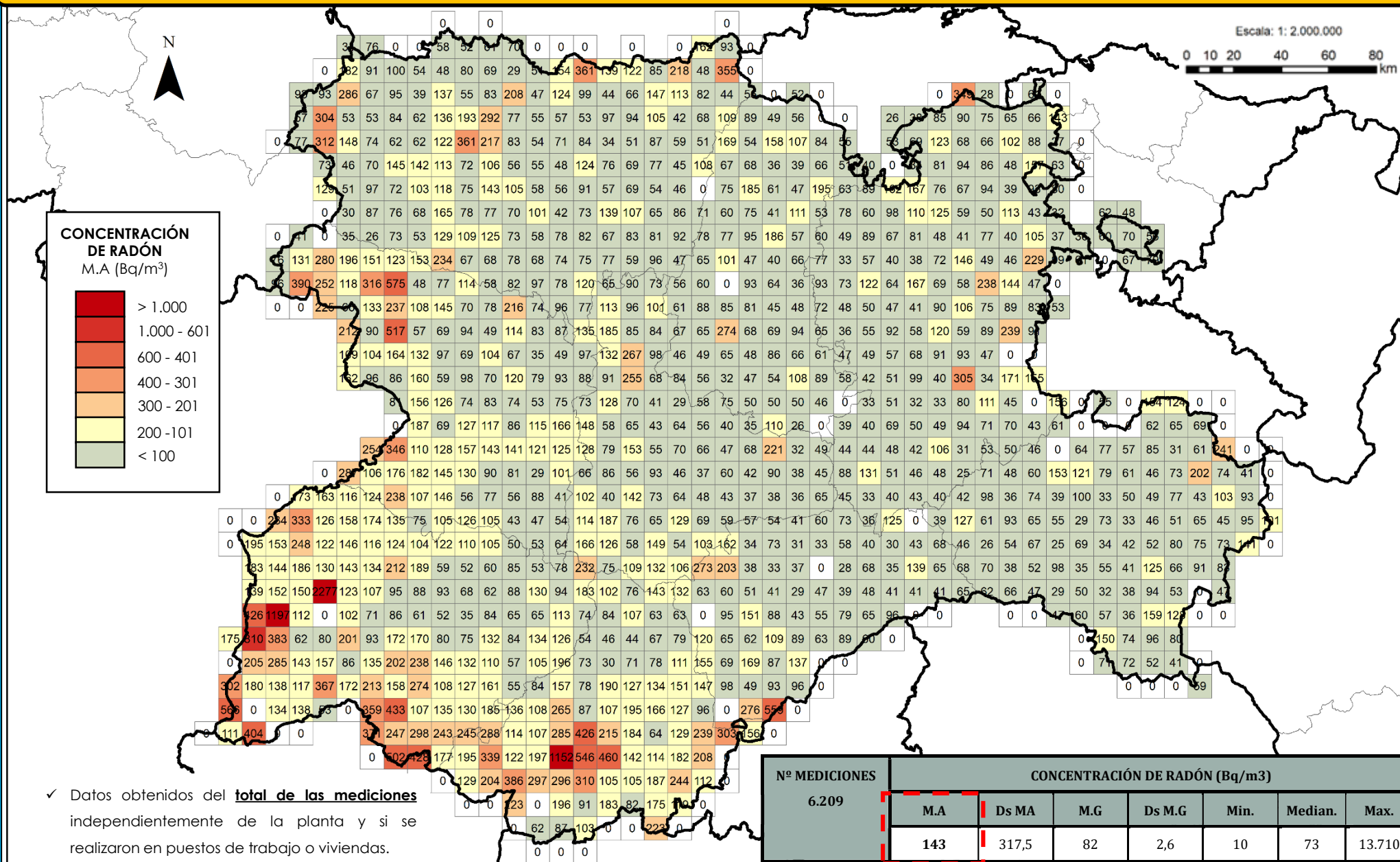
MAPA GENERADO A PARTIR DE:

12.000 Medidas de Rn²²² en viviendas

Mapa Litoestratigráfico 1:200.000 (IGME)

Mapa Radiación Gamma Natural (MARNA)

CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y PUESTOS DE TRABAJO



✓ Datos obtenidos del **total de las mediciones** independientemente de la planta y si se realizaron en puestos de trabajo o viviendas.

Nº MEDICIONES	CONCENTRACIÓN DE RADÓN (Bq/m³)						
	M.A	Ds MA	M.G	Ds M.G	Min.	Median.	Max.
6.209	143	317,5	82	2,6	10	73	13.710

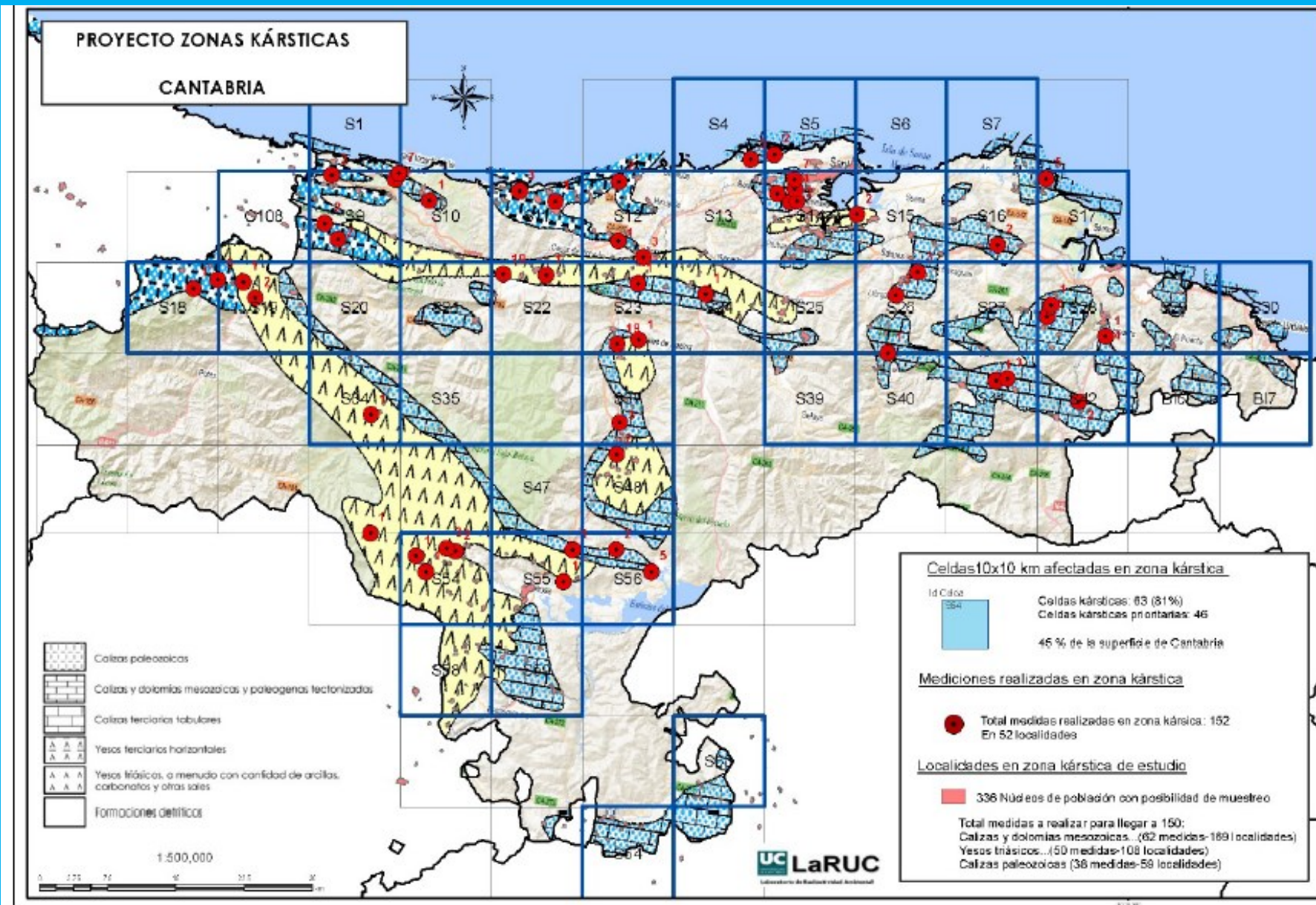
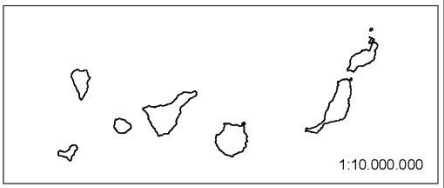
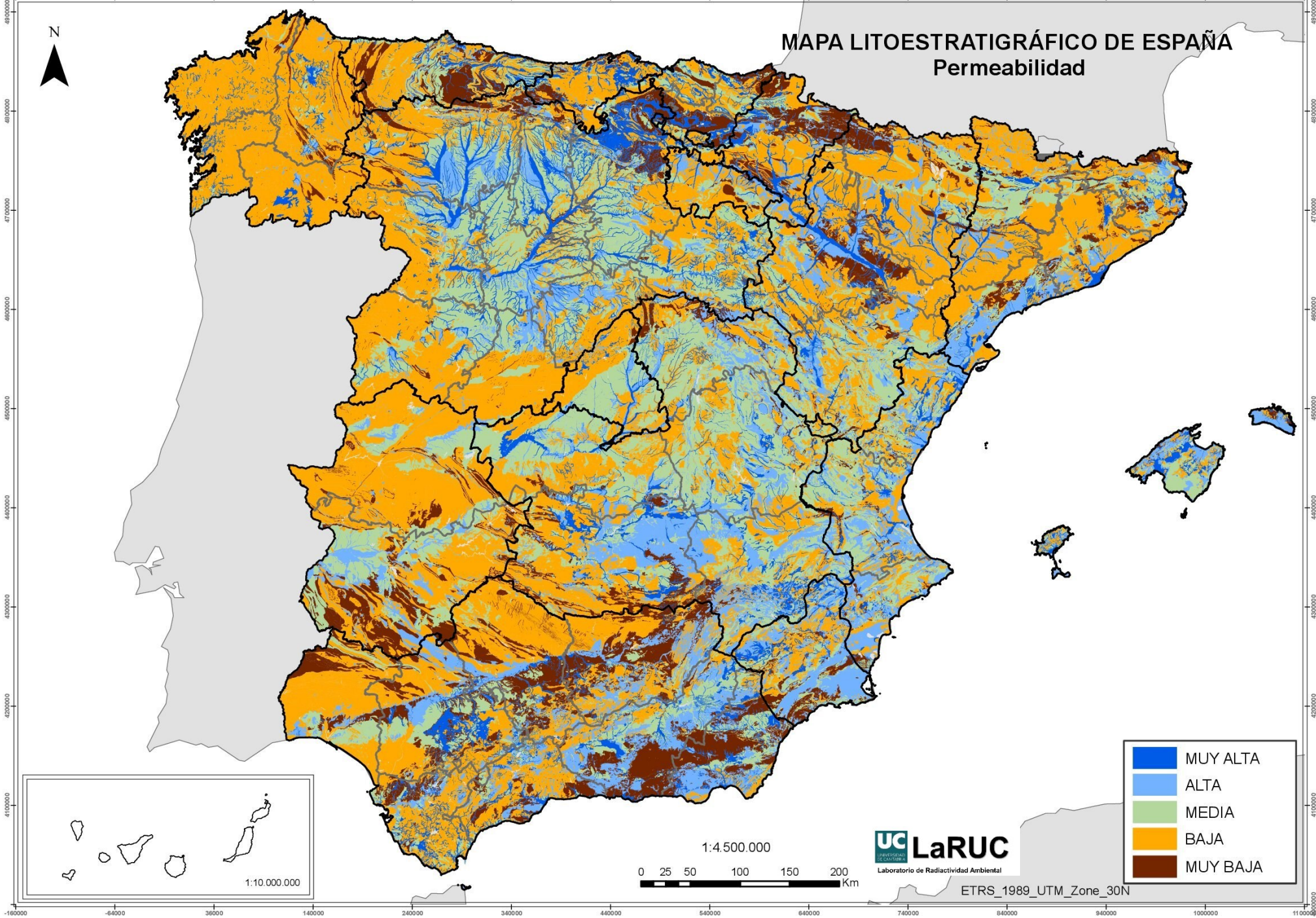


Figura 19: Plano de situación zonas kársticas en Cantabria

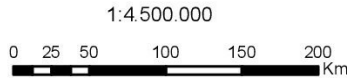
MAPA LITOESTRATIGRÁFICO DE ESPAÑA

Permeabilidad



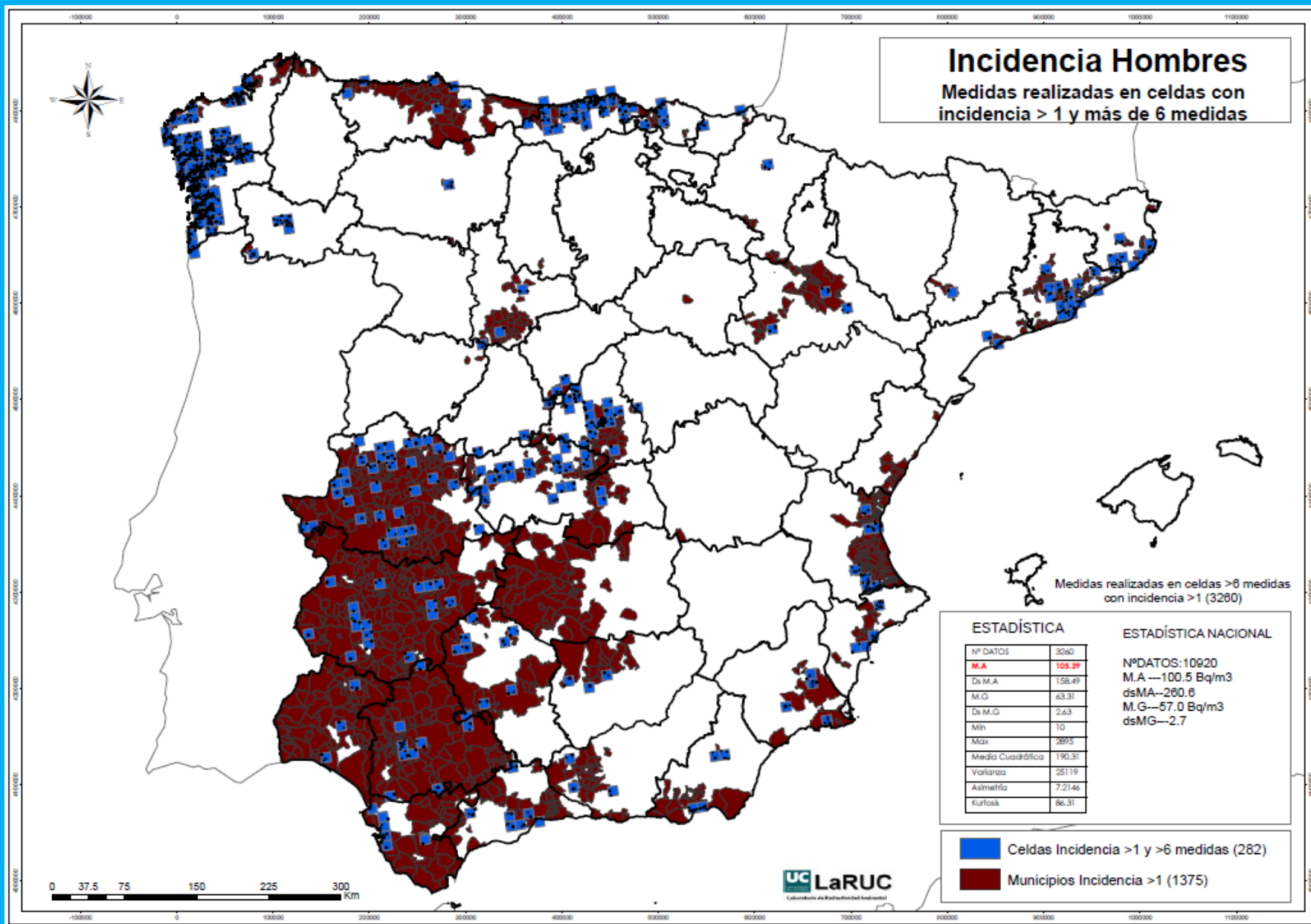
- MUY ALTA
- ALTA
- MEDIA
- BAJA
- MUY BAJA

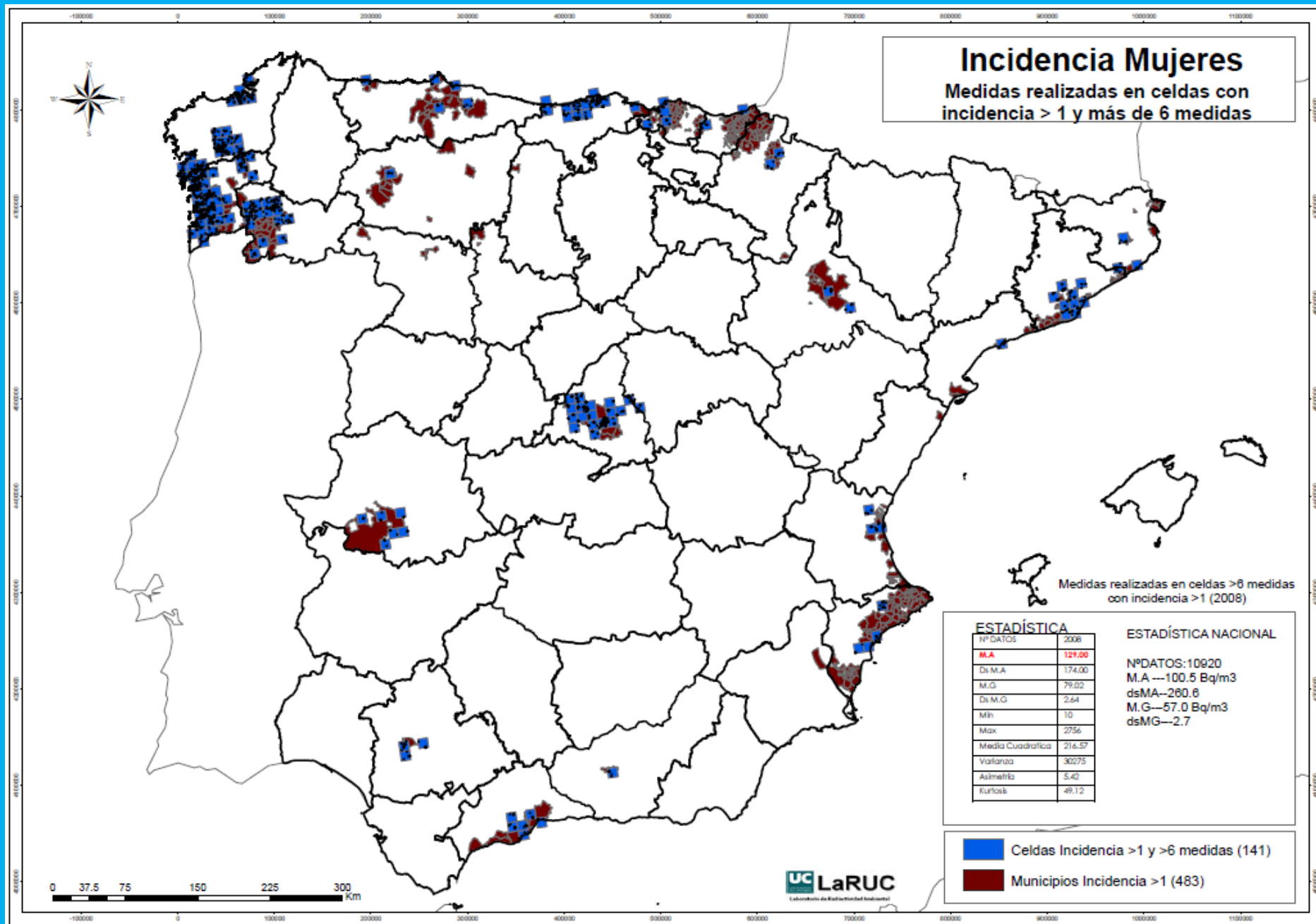
UC LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental



ETRS_1989_UTM_Zone_30N

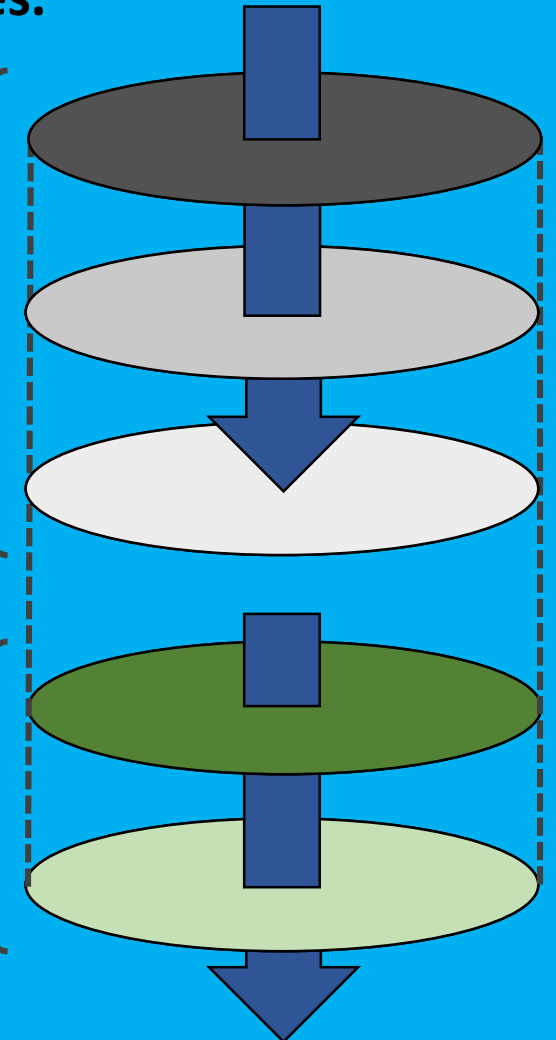
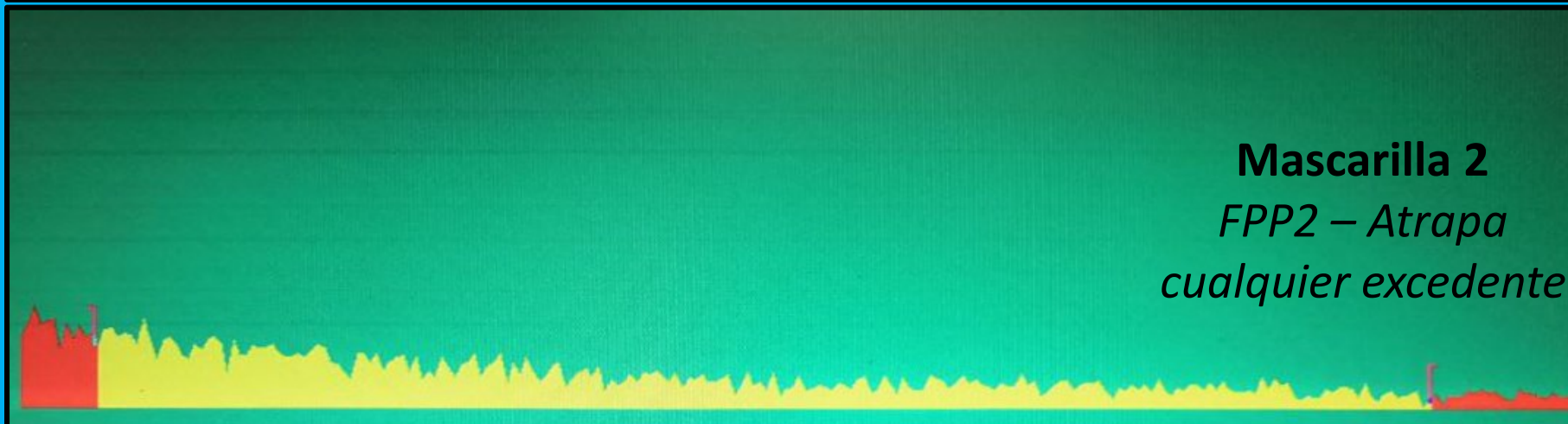
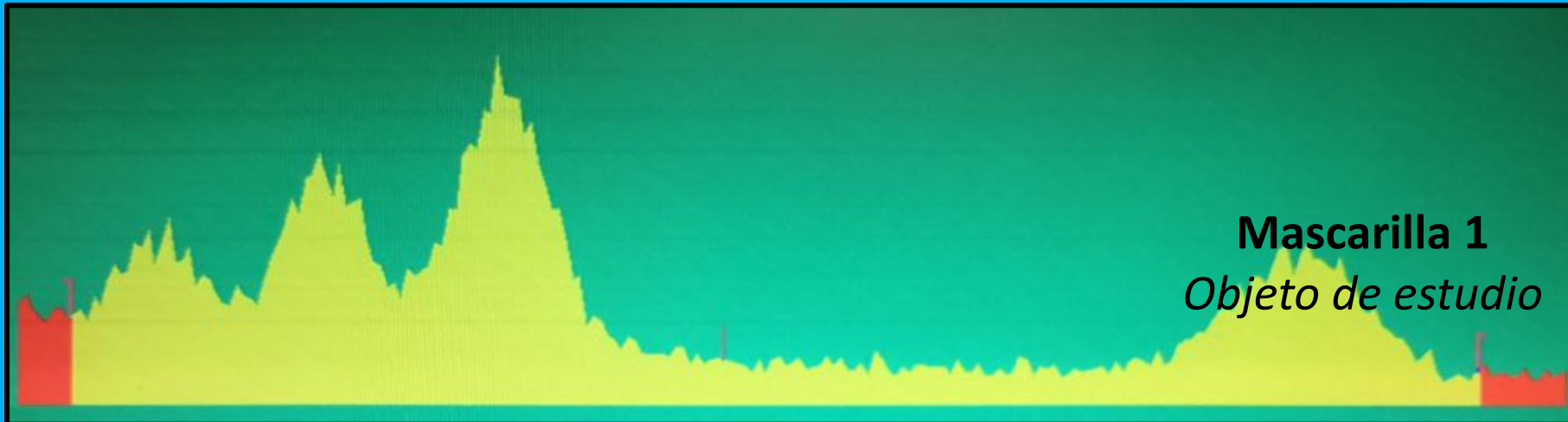
CANCER DE PULMON EN HOMBRES Y MUJERES.....





Investigacion básica

- En general las primeras capas detienen completamente el paso de los descendientes.
- La capa específica varía en función de la mascarillas (FPP3, FPP2, etc.)
- La mascarilla 2 no recoge descendientes.
 - **Los descendientes de radón no serían capaces de llegar a los pulmones.**



Para: Celaya Gonzalez, Santiago

Sáb 30/03/2024 12:50

CC: isidoro.gutierrez@dfa.uhu.es; Celaya Gonzalez, Santiago; Fuente Merino, Ismael;
Quindos Poncela, Luis Santiago; Sainz Fernandez, Carlos

30-Mar-2024

Dear Dr. González:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Evaluation of commercial facemasks to reduce the radioactive dose of radon daughters" in its current form for publication in the Journal of Industrial Textiles.

Thank you for your fine contribution. The authors will receive notification from Sage Track for the author agreement form.

On behalf of the Journal of Industrial Textiles, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,

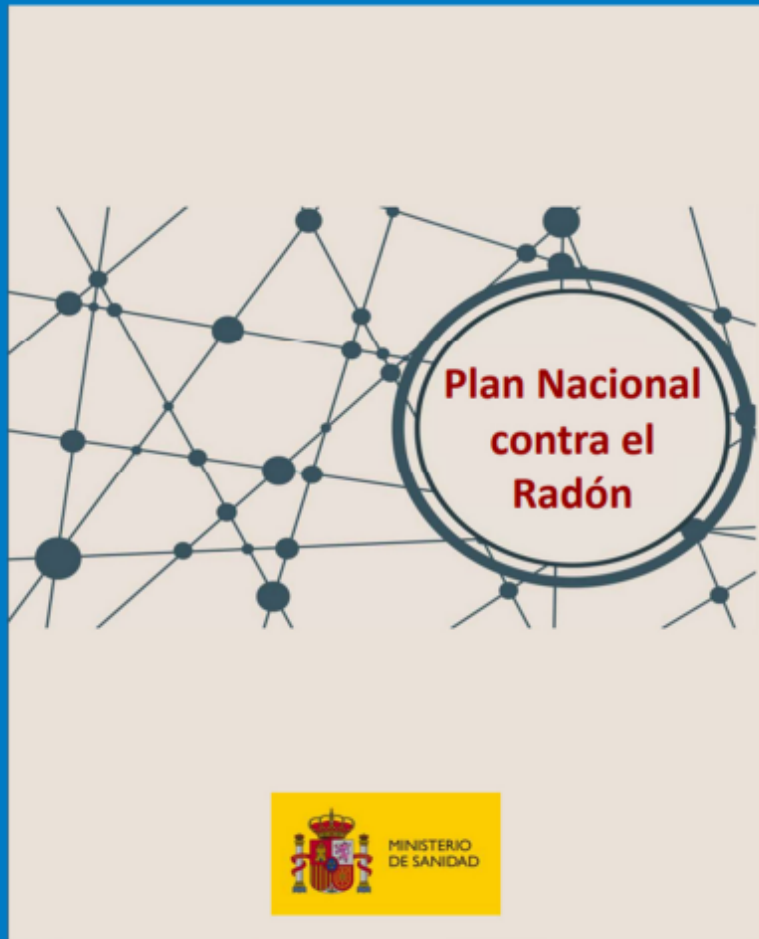
Dr. Dong Zhang

Editor in Chief, Journal of Industrial Textiles



XUNTA
DE GALICIA

CONSELLERÍA
DE SANIDADE



Marco Normativo

Aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión del día 9 de enero de 2024 el "Acuerdo por el que se aprueba el Plan Nacional contra el Radón"



XUNTA
DE GALICIA

CONSELLERÍA
DE SANIDADE

PLAN REDUCE RADÓN

Plan de acción para reducir la
exposición al radón en Galicia

2024-2028



**RESIDENTIAL RADON AND LUNG CANCER:
END OF THE STORY?**

Jonathan M. Samet

Department of Epidemiology, Johns Hopkins University Bloomberg
School of Public Health, Baltimore, Maryland, USA

And finally, no more case-control studies of
lung cancer, please!

PREVENCION ES EL OBJETIVOiiiiii

elradon.com



Catálogo de Minerales Radiactivos

Descárgalo aquí

¿Qué es el Radón?

Normativa

Biblioteca

Convocatorias

Noticias

¿Quiere saber más?

Enlaces

Otros tipos de radiación

Solicite el nuevo vídeo
sobre el Radón



Precio: 6 euros

Para más información:
info@elradon.com



Noticias

.....
::NUEVO::
.....

**V Workshop "Radiación
Natural y Medio Ambiente**

3-7 de Julio de 2006. Valladolid,
España.

Ya puede inscribirse o
consultar más información
pulsando [\[aquí\]](#)



National Forums

**Acceso a la información
de los Workshops "Radon
y Medio Ambiente"
realizados.**

[I Workshop.- Suances 2002](#)

[II Workshop.- Santiago 2003](#)

[III Workshop.- Madrid 2004](#)

[IV Workshop.- Suances 2005](#)

Proyectos de Investigación en Desarrollo

**"Dosis de radiación artificial vs natural en
trabajadores con radiaciones ionizantes"**. Plan
Nacional de I+D+I (2004-2007)

**"Estudio de la viabilidad y la efectividad de las
acciones de remedio frente a la presencia de
gas radon en los edificios existentes. CSIC"**.
Consejo de Seguridad Nuclear

WHO RESIDENTAL RADON RISK PROJECT
World Health Organization, Geneve, 2005-2007

Artículos publicados por el Grupo
Radon de la Universidad de Cantabria

[\[pincha aquí\]](#)



Si desea medir
el radón en su
casa, solicite el
Kit Radón (pulse
sobre la
imagen).

**Nace la primera empresa privada en
España dedicada a medidas de radón:
RADUCAN... [\[más información\]](#)**

TRABAJO PARA CASA.....

EJEMPLO PRACTICO:

- Concentración promedio: 300 Bq/m³
- Factor de Equilibrio : 0.4
- Paso 1 : $EEC = (F * 300) / 3700$
- Paso 2 : $EEQ = WLM = (EEC * t(h)) / 170$
- Paso 3 : $D(mSv) = EEQ * DCF$ (dose conversion factor)

DCF (ICRP 137) : 10 mSv/EEQ t(h) : 1000

EEC= 0.0324

EEQ= 0.1907

D(mSv) = 1.90

MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCION

quindosl@unican.es

www.elradon.com